

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-72232

⑤ Int. Cl.<sup>9</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)3月12日

F 16 F 1/32  
C 08 J 5/04

8917-3 J  
6845-4 F

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全6頁)

⑭ 発明の名称 繊維強化樹脂製皿パネ

⑰ 特 願 昭63-221888

⑱ 出 願 昭63(1988)9月5日

⑲ 発 明 者 市 川 二 朗 愛知県知多市原1丁目11番地の26

⑳ 出 願 人 大同特殊鋼株式会社 愛知県名古屋市中区錦1丁目11番18号

㉑ 代 理 人 弁理士 服部 雅紀

明 細 書

1. 発明の名称

繊維強化樹脂製皿パネ

2. 特許請求の範囲

(1) 連続繊維を用いた繊維強化樹脂材料からなることを特徴とする繊維強化樹脂製皿パネ。

(2) 前記連続繊維が皿パネ本体の円周方向に配向されていることを特徴とする請求項1に記載の繊維強化樹脂製皿パネ。

(3) 前記連続繊維が皿パネ本体の半径方向に配向されることを特徴とする請求項1に記載の繊維強化樹脂製皿パネ。

(4) 前記連続繊維が擬似等方積層されていることを特徴とする請求項1に記載の繊維強化樹脂製皿パネ。

(5) 前記連続繊維が円周方向に配向される第1の繊維強化樹脂層と前記連続繊維が皿パネ本体の半径方向に配向される第2の繊維強化樹脂層とが複

数層に重ね合わされることを特徴とする請求項1に記載の繊維強化樹脂製皿パネ。

(6) 前記連続繊維が円周方向に配向される第1の繊維強化樹脂層と前記連続繊維が擬似等方積層される第2の繊維強化樹脂層とが複数層に重ね合わされることを特徴とする請求項1に記載の繊維強化樹脂製皿パネ。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、繊維強化樹脂材料からなる軽量でパネ特性、疲労強度等の良好な皿パネに関する。

(従来の技術)

一般に、皿パネは荷重に対して相対的に歪が小さい低歪高荷重であることを特徴とするパネで、その材質としては従来より鋼製のものが用いられてきた。

近年、皿パネの使用環境が多様化するに伴い耐腐食性の良好なステンレス鋼あるいはチタン合金からなる皿パネが実用化されている。しかし、軽

量化のニーズに対応した皿パネはいまだ実用化されていないのが現状である。

軽量化を目的として繊維強化樹脂材料から構成されるパネとしては、特願昭63-77100号明細書に開示されるようなものがある。

(発明が解決しようとする課題)

本発明が解決しようとする課題は、軽量かつパネ特性、疲労強度等の良好な特性をもち、低歪高荷重という特徴を活かした繊維強化樹脂製皿パネを提供することにある。

(課題を解決するための手段)

前述した課題を達成するために、本発明の第1発明の繊維強化樹脂製皿パネは、連続繊維を用いた繊維強化樹脂材料からなることを特徴とする。

本発明の第2発明の繊維強化樹脂製皿パネは、前記連続繊維が皿パネ本体の円周方向に配向されていることを特徴とする。本発明の第3発明の繊維強化樹脂製皿パネは、前記連続繊維が皿パネ本体の半径方向に配向されることを特徴とする。本発明の第4発明の繊維強化樹脂製皿パネは、前記

ある。用いる繊維材の種類およびその構成は必要とする皿パネの特性から設定する。

樹脂としては、使用する皿パネの熱的ならびに機械的特性の要求に対応して、エポキシ、不飽和ポリエステル等の熱硬化性樹脂、ナイロン、ポリプロピレン、ポリサルフォン、ポリエーテルサルフォン等の各種の熱可塑性樹脂を使用することができる。

相対的に高いパネ定数の皿パネを作るときは、長繊維あるいは短繊維のうちの連続繊維により強化した樹脂材料で皿パネを構成するのがよい。これは、複合材料中の繊維形態として、短繊維を用いると、低いパネ定数の皿パネしか得られないからである。

次に特に高いパネ定数の皿パネを作るときは、連続繊維の配向に留意し、その配向を円周方向にするのがよい。これは、皿パネのパネ定数に関わる主応力が円周方向に作用することに起因しているためと推定される。

高歪に耐える皿パネを作るときは、一部の層の

連続繊維が擬似等方積層されていることを特徴とする。本発明の第5発明の繊維強化樹脂製皿パネは、前記連続繊維が円周方向に配向される第1の繊維強化樹脂層と前記連続繊維が皿パネ本体の半径方向に配向される第2の繊維強化樹脂層とが複数層に重ね合わされることを特徴とする。本発明の第6発明の繊維強化樹脂製皿パネは、前記連続繊維が円周方向に配向される第1の繊維強化樹脂層と前記連続繊維が擬似等方積層される第2の繊維強化樹脂層とが複数層に重ね合わされることを特徴とする。

ここで、連続繊維が皿パネ本体の半径方向に配向されるというのは、その1例を図で示せば第3図、第4図のようになる。また、連続繊維が擬似等方積層されているのは、その1例を図で示せば第5図、第6図のようになる。

連続繊維としては、ガラス繊維、炭素繊維、アラミド繊維、炭化珪素繊維、アルミナ繊維等の高強度高弾性繊維を用いるのが望ましい。これは、繊維特性がパネ特性に大きく影響を与えるため

中の連続繊維が半径方向に配列していることが望ましい。これは、皿パネを高歪で使用すると、皿パネの肉厚方向の剪断応力がかなり高くなることに起因しているためと推定される。この場合、該当する層内の全ての繊維が半径方向に配列している必要はない。例えば擬似等方積層のように一つの層内の繊維はすべて一方向に配列してあっても、積層全体から見ると、半径方向に配列したものに近似されており、これでも同ような効果がある。

したがって、パネ定数が高くしかも高歪に耐える皿パネを作る場合には、皿パネを構成する繊維強化樹脂材料中の連続繊維の少なくとも一部を円周方向に配向し、かつ別の層の少なくとも一部の連続繊維を半径方向に配列するとよい。

(作用)

本発明の繊維強化樹脂製皿パネによれば、連続繊維を用いていることから、その特性を活かした高強度かつ軽量の良好なパネ特性を有する皿パネが得られる。

連続繊維を皿ハネ本体の円周方向に配向すると、高いハネ定数となり、高荷重低歪の皿ハネが得られる。

連続繊維を皿ハネ本体の半径方向に配向したり擬似等方積層とすると、高歪の皿ハネが得られる。

前述した第1の繊維強化樹脂層と第2の繊維強化樹脂層とを複数層に重ね合わされた皿ハネによると、ハネ定数が高かつ高歪に耐える皿ハネが得られる。

#### (実施例)

本発明の実施例について説明する。

まず、各種の材料により、第1図および第2図に示すような皿ハネを作製した。皿ハネ1のサイズは、内径 $d_i$  : 31 mm、外径 $d_o$  : 63 mm、厚さ $t$  : 3.5 mm、高さ $h$  : 1.4 mmに設定した。

皿ハネに用いた材料は、炭素繊維強化樹脂（実施例1）、ガラス繊維強化樹脂（実施例2）、短繊維入りナイロン（実施例3）、鋼（比較例4）、6ナイロン（比較例5）である。

前述した実施例1、2、3および比較例4、5の皿ハネについて荷重を加え、皿ハネの撓み量が1 mmになるときの荷重 $P$ および皿ハネの重量 $W$ を測定した。その結果は第1表に示す通りである。

(以下、余白)

実施例1では、引張強さ $360 \text{ kg/mm}^2$  弾性率 $23500 \text{ kg/mm}^2$  の炭素繊維束に6ナイロンを被覆し、円周状に引き並べてホットプレスにより皿ハネを成形した。炭素繊維の含有量は61重量%とした。

実施例2では、引張強さ $250 \text{ kg/mm}^2$ 、縦弾性係数 $7400 \text{ kg/mm}^2$  のガラス繊維束を使用し、このガラス繊維束に6ナイロンを被覆し、これらを円周状に引き並べてホットプレスにより成形した。ガラス繊維の含有量は70重量%とした。

実施例3では、ガラス繊維チョップ30重量%入りの6ナイロンペレットを用いて圧縮成形により皿ハネを作製した。

比較例4では、ハネ鋼より皿ハネを作製した。

比較例5では、6ナイロンペレットから圧縮成形により皿ハネを作製した。

#### 試験例1

前述した実施例1、2、3および比較例4、5について撓み試験を行った。

第1表

試験No.	皿ハネの材料	荷重 $P$ (kg)	重量 $W$ (g)	$P/W$
実施例1	炭素繊維強化樹脂	450	12.9	34.9
実施例2	ガラス繊維強化樹脂	380	16.5	23.0
実施例3	ガラス繊維チョップ入りナイロン	160	12.2	13.1
比較例4	鋼	1450	69.8	20.8
比較例5	6ナイロン	50	10.2	4.9

第1表から明らかなように、実施例1、2、3では、皿パネの重さが比較例4の鋼製の皿パネに比べて著しく軽量化されることがわかる。また実施例1および2では、比較例4に示した従来の鋼製のものに比べ単位重量当りの同一撓み量を発生させるための荷重Pがかなり高い値をとり、鋼製のものに比べ良好なパネ特性を示している。

#### 試験例2

次に配向試験を行なった。

前述した実施例1の炭素繊維強化樹脂で前記同様の方法により同サイズの皿パネを作製し、この皿パネについて、炭素繊維の配向と撓み1mmを生じさせるのに必要な荷重との関連を試験した。その結果は第2表に示すとおりである。

(以下、余白)

第2表

試験No.	炭素繊維の配向	荷重 (kg)
実施例6	全体円周方向	450
実施例7	上面2/3円周方向、残り擬等方積層	410
実施例8	上面1/2円周方向、残り擬等方積層	380
実施例9	上面1/3円周方向、残り擬等方積層	330
実施例10	全体擬等方積層	280

第2表において、実施例6では、皿パネ全体の円周方向に炭素繊維を配向した。実施例7では、皿パネの上面層2/3を円周方向に炭素繊維を配向し、下面層1/3を擬似等方積層とした。ここに擬似等方積層とは、炭素繊維の配向方向のうちの基準配向軸を0°と定めると、炭素繊維の配向方向角を0°、-60°、+60°、+60°、-60°、0°の6層を単位として積層したものをいう。実施例8では、上面層1/2を円周方向に配向し、下面層1/2を擬似等方積層とした。実施例9では、上面層1/3を円周方向に炭素繊維を配向し、下面層2/3を擬似等方積層とした。実施例10では、皿パネ全体を擬似等方積層とした。

第2表に示す結果から明らかなように、皿パネの高いパネ定数を得るためには炭素繊維の配向を全体が円周方向になるように配列すればよいことが判明した。

なお、本実施例では擬似等方積層が60°間隔の例を示したが、45°間隔、30°間隔、90°

°間隔等であってもよい。

#### 試験例3

疲労試験を行なった。

実施例1の炭素強化繊維樹脂で同様の方法で同サイズの皿パネを作製し、この皿パネについて荷重900Kgまでの荷重を加えた後、さらに撓み量が0~0.75mmの繰り返し荷重試験を行なった。

試験片は、第3表に示す実施例11、12、13を用いた。

(以下、余白)

第 3 表

試験 No.	炭素繊維の配向	繰り返し荷重試験結果
実施例 11	全体円周方向	初期荷重で割れ発生
実施例 12	上面 1/3 円周方向、残擬等方	初期割れ発生なし 10° 回まで割れ発生なし
実施例 13	上面 1/2 円周方向、残半径方向	初期割れ発生なし 10° 回まで割れ発生なし

第 3 図は連続繊維が半径方向に配向された状態を表わす概略平面図、第 4 図は第 3 図の IV - IV 線概略断面図、第 5 図は連続繊維が擬似等方積層されている状態を表わす概略平面図、第 6 図は第 5 図の VI - VI 線概略断面図である。

- 1 … 皿パネ、  
2 … 連続繊維。

出願人： 大同特殊鋼株式会社  
代理人： 弁理士 服部雅紀

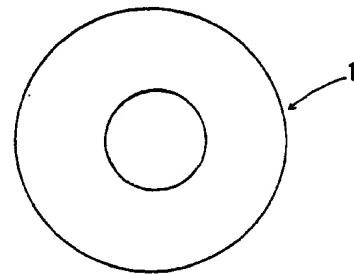
第 3 表に示す繰り返し荷重試験結果から明らかに、高荷重および繰返し荷重に耐えるためには、炭素繊維の配向が皿パネ全体が円周方向であると、初期荷重で割れが発生し、(実施例 11)、一部分に炭素繊維の半径方向の配向があると、初期荷重での割れが発生せず 10° 回まで割れが発生しないことがわかった。この結果から炭素繊維の配向が円周方向と半径方向あるいは擬似等方向を組合せた皿パネについては、パネ定数が高く高荷重に耐え疲労にも強いことが判明した。

#### (発明の効果)

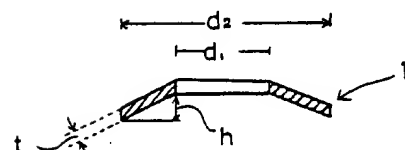
以上説明したように、本発明の繊維強化樹脂製皿パネによれば、軽量かつ高荷重に耐えかつ高パネ荷重、高疲労強度等の良好なパネ特性をもつ繊維強化樹脂製皿パネを得ることができるという効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

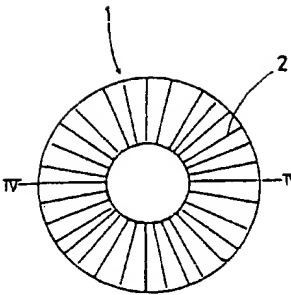
第 1 図は本発明の皿パネの実施例を表わす概略平面図、第 2 図は第 1 図の II - II 線概略断面図、



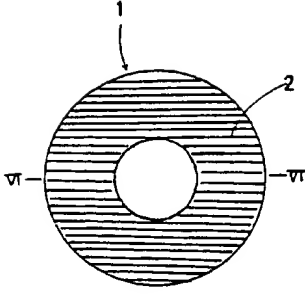
第 1 図



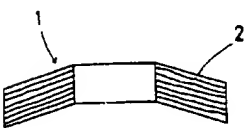
第 2 図



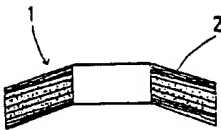
第 3 図



第 5 図



第 4 図



第 6 図

**(19) Japanese Patent Office (JP)****(12) Patent Disclosure (Kokai) Gazette (A)**

(11) Patent Application Disclosure: Hei 2-72232  
(43) Disclosure Date: March 12, 1990  
(51) International Identification Patent Office Internal  
Classes: Codes: Filing Numbers:  
F 16 F 1/32 8917-3J  
C 08 J 5/04 6845-4F  
Demand For Examination: Not demanded  
Number of Claim Paragraphs: 6  
([Original has] 6 pages)

---

(54) Fiber Reinforced Resin Dish Spring  
(21) Patent Application: Sho 63-221888  
(22) Application Date: September 5, 1988  
(72) Inventor: Jiro Ichikawa  
Hara 1 Chome, 11 Banchi 26  
Chita Shi, Aichi Ken  
(71) Applicant: Daido Tokushu Ko K. K. (Daido  
Special Steel Co., Ltd.)  
Naka Ku Nishiki 1 Chome, 11 Ban, 18 Go  
Nagoya Shi, Aichi Ken  
(74) Agent: Patent Agent Masaki Hattori

### **Specification**

#### **1. Title Of The Invention.**

Fiber Reinforced Resin Dish Spring

#### **2. Scope Of Patent Claim.**

(1) Fiber reinforced resin dish spring characterized in that it comprises a fiber reinforced resin material using continuous fibers.

(2) Fiber reinforced resin dish spring described in Claim Paragraph 1 characterized in that the said continuous fibers are oriented in the circumferential direction of the dish.

(3) Fiber reinforced resin dish spring described in Claim Paragraph 1 characterized in that the said continuous fibers are oriented in the radial direction of the dish.

(4) Fiber reinforced resin dish spring described in Claim Paragraph 1 characterized in that the said continuous fibers are pseudoisotropically laminated.

(5) Fiber reinforced resin dish spring described in Claim Paragraph 1 characterized in that the said continuous fibers are superposed in plural layers as (a) a 1st fiber reinforced resin layer oriented in the circumferential direction and (b) a 2nd fiber reinforced resin layer oriented in the radial direction of the dish spring.

(6) Fiber reinforced resin dish spring described in Claim Paragraph 1 characterized in that the said continuous fibers are superposed in plural layers as (a) a 1st fiber reinforced resin layer in which the fiber reinforced resin layer is oriented in the



circumferential direction and (b) and a 2nd fiber reinforced resin layer in which the said fiber reinforced resin layer is pseudoisotropically laminated.

### **3. Detailed Explanation Of The Invention.**

#### **(Industrial Field Of Utilization)**

The present invention pertains to a dish spring comprised of fiber reinforced resin material that is light weight and has such as good spring properties and fatigue strength.

#### **(Prior Technology)**

Generally dish springs are springs characterized in that they are low strain high load where strain is relatively low under loads, and they have priorly been made of steel materials.

In recent years as the use environments of dish springs have become diversified, dish springs comprising stainless steel and titanium alloy with their good corrosion resistance have come into use. However, at present dish springs have not been developed that meet the need for light weights.

A spring constructed from fiber reinforced resin material for the purpose of lighter weight is disclosed in the specifications of Japanese Patent Application Sho 63-77100.

#### **(Problems To Be Resolved By The Invention)**

The problem to be resolved by the present invention lies in offering a dish spring made of fiber reinforced resin that has light weight and good spring properties and fatigue resistance, and has the characteristics denoted by light strain high load.

(Means For Resolving The Problems)

In order to achieve this, the fiber reinforced resin dish spring of the 1st invention of the present invention is characterized in comprising fiber reinforced resin material using continuous fibers.

The fiber reinforced resin dish spring of the 2nd invention of the present invention is characterized in that the said continuous fibers are oriented in the circumferential direction of the dish spring. The fiber reinforced resin dish spring of the 3rd invention of the present invention is characterized in that the said continuous fibers are oriented in the radial direction of the dish spring. The fiber reinforced resin dish spring of the 4th invention of the present invention is characterized in that the said continuous fibers are pseudoisotropically laminated. The fiber reinforced resin dish spring of the 5th invention of the present invention is characterized in that the said continuous fibers are superposed in plural layers as (a) 1st fiber reinforced resin layer oriented in the circumferential direction and (b) a 2nd fiber reinforced resin layer oriented in the radial direction of the dish spring. The fiber reinforced resin dish spring of the 6th invention of the present invention is characterized in that the said continuous fibers are superposed in plural layers as (a) 1st fiber reinforced layer in which the fiber reinforced resin layer is oriented the circumferential direction and (b) a 2nd fiber reinforced resin layer in which the said fiber reinforced resin layer is pseudoisotropically laminated.

Here what is meant by saying the continuous fiber is oriented in the radial direction of the dish spring is shown in the example given in Fig. 3 and Fig. 4. Also, what is meant by saying that the continuous fiber is pseudoisotropically laminated is shown in the example given in Fig. 5 and Fig. 6.

Preferred continuous fibers are high strength and high elasticity fibers such as glass fiber, carbon fiber, alamide fiber, silicon carbide fiber and alumina fiber. This is because the fiber properties have a great influence on the spring properties. The types of fiber materials used and their composition are determined by the properties required in the dish spring.

Resins that can be used to meet the required thermal and mechanical properties of the dish spring are heat cured resins such as epoxy unsaturated polyester, and various thermoplastic resins such as nylon, polypropylene, polysulfone and polyether sulfone.

When making dish springs with relatively high spring constants, it is well to construct the dish springs of resin materials reinforced by continuous fibers. This is because when short fibers are used in composite materials only low spring constant dish springs will be obtained.

When making dish springs with particularly high spring constants, it is well to have the orientation of the continuous fibers in the circumferential direction. This is inferred to be because the main stresses acting on the spring constant of the dish spring originate in the circumferential direction.

When making dish springs to withstand high strain, it is well that continuous fibers in one part of a layer be arranged in the radial direction. This is inferred to be because when dish springs are used under high strains, shear stresses are quite high in the thick direction of the dish springs. In these cases it is not necessary to arrange all of the fibers in the appropriate layers in the radial direction. For example, when fibers inside one layer such as in pseudoisotropic lamination are all arranged in one direction, they resemble an arrangement in the radial direction if seen from the lamination overall, and will have the same effect.

Consequently, in cases when making dish springs where spring constants are high and they undergo high strains, at least one part of the continuous fibers in the fiber reinforced resin material that constructs the dish spring should be oriented in the circumferential direction, while at least one part of the continuous fibers in a separate layer should be oriented in the radial direction.

(Action)

By following the fiber reinforced resin dish spring of the present invention, the use of continuous fibers makes it possible to obtain dish springs having the good spring properties of high strength and light weight which are the characteristics displayed by those fibers.

When the continuous fibers are oriented in the circumferential direction of the dish spring, the dish spring obtained has a high spring constant and is high load low strain.

When the continuous fibers are oriented in the radial direction of the dish spring with pseudoisotropic lamination, a high strain dish spring is obtained.

When the dish spring has superposed plural layers of the above (a) 1st fiber reinforced resin layer and (b) 2nd fiber reinforced resin layer, the dish spring obtained has a high spring constant and withstands high strains.

(Examples)

The present invention will be explained with reference to examples.

First, dish springs shown by Fig. 1 and Fig. 2 were made of various materials. The size of the dish springs was:

Inner diameter d1	31 mm
Outer diameter d2	63 mm
Thickness t	3.5 mm
Height h	1.4 mm

The materials used in the dish springs were:

Example 1	Carbon fiber reinforced resin
Example 2	Glass fiber reinforced resin
Example 3	Short fiber nylon
Comparative Example 4	Steel
Comparative Example 5	Nylon 6

In Example 1, 360 kg/mm<sup>2</sup> tensile strength and 23,500 kg/mm<sup>2</sup> elastic module carbon fiber bundles were coated with nylon 6, and

dish springs were formed by hot pressing arranged circumferentially. The carbon fiber content was 61 wt%.

In Example 2, 250 kg/mm<sup>2</sup> tensile strength and 7,400 kg/mm<sup>2</sup> elastic module glass fiber bundles were coated with nylon 6, and dish springs were formed by hot pressing arranged circumferentially. The glass fiber content was 70 wt%.

In Example 3, dish springs were made by compression forming using nylon 6 pellets containing 30 wt% of glass fiber chop.

In Comparative Example 4, dish springs were made of spring steel.

In Comparative Example 5, dish springs were made by compression forming of nylon 6 pellets.

#### Test Example 1

Flexibility tests were performed on the said Examples 1, 2 and 3 and Comparative Examples 4 and 5.

Loads were applied to the said dish springs of Examples 1, 2 and 3 and Comparative Examples 4 and 5, and dish spring weight W and dish spring load P when their amounts of flexibility reached 1 mm were measured. The results are shown in Table 1.

Table 1.

Example	Dish Spring Material	Load P kg	Weight W kg	P/W
Example 1	Carbon fiber reinforced resin	450	12.9	34.9
Example 2	Glass fiber reinforced resin	380	16.5	23.0
Example 3	Nylon inserted with glass fiber chop	160	12.2	13.1
Comp. 4	Steel	1450	69.8	20.8
Comp. 5	Nylon 6	50	10.2	4.9

From Table 1 it will be clearly understood that in Examples 1, 2 and 3 the weights of the dish springs are markedly lighter than that of the steel dish spring of Comparative Example 4. Also with Examples 1 and 2, loads P for generating the same amount of flexibility per unit of weight are rather high values compared to the prior steel one shown in Comparative Example 4, and they show good spring properties compared to the steel one.

#### Test Example 2

Next, orientation tests were conducted.

Dish springs were made in the same sizes and by the same methods as with the said carbon fiber reinforced resins of Example 1, and these dish springs were tested as to the connection between the orientations of the carbon fibers and the loads required to get 1 mm flexure. The results are shown in Table 2

Table 2.

Example	Orientation Of Carbon Fibers	Load kg
Example 6	Entirely circumferential direction	450
Example 7	Upper surface 2/3 circumferential direction, remainder pseudoisotropic laminate	410
Example 8	Upper surface 1/2 circumferential direction, remainder pseudoisotropic laminate	580
Example 9	Upper surface 1/3 circumferential direction, remainder pseudoisotropic laminate	330
Example 10	Entirely pseudoisotropic laminate	280

With Example 6 in Table 2, the carbon fibers were oriented in the circumferential direction over the entire dish spring. With Example 7, 2/3 of the dish spring upper surface had carbon fibers oriented in the circumferential direction, and 1/3 of the lower surface was a pseudoisotropic laminate. Here the pseudoisotropic laminate was laminated in 6 layers, where taking the reference orientation axis of the orientation directions of the carbon fibers as  $0^\circ$ , the orientation direction angles of the carbon fibers were  $0^\circ$ ,  $-60^\circ$ ,  $+60^\circ$ ,  $-60^\circ$  and  $0^\circ$ . With Example 8, 1/2 of upper surface layer 1 was oriented in the circumferential direction, and 1/2 of the lower surface was pseudoisotropic laminate. With Example 9, 1/3 of the upper surface layer 1 had carbon fibers oriented in the circumferential direction and 2/3 of the lower surface layer was



pseudoisotropic laminate. With Example 10, the entire dish spring was pseudoisotropic laminate.

As will be clearly understood from the results shown in Table 2, the arrangement should be that the carbon fiber orientation required to obtain a high spring constant in the dish spring be entirely in the circumferential direction.

Further, although these examples showed the pseudoisotropic layer at 60° intervals, these intervals could also be such as 45° 30° or 90°.

#### Test Example 2

Fatigue tests were conducted.

Dish springs were made in the same sizes and by the same methods as with the said carbon fiber reinforced resins of Example 1, and after applying loads up to 900 K to these dish springs, repeated load tests were conducted at flexure amounts of 0 to 0.75 mm.

Test pieces were Examples 11, 12 and 13 shown in Table 3.

Table 3.

Example	Orientation Of Carbon Fibers	Repeated Load Test Results
Example 11	Entirely circumferential direction	Cracks formed at initial load
Example 12	Upper surface 1/3 circumferential, remainder pseudoisotropic	No cracks at initial load. No cracks up to $10^5$ times.
Example 13	Upper surface 1/2 circumferential, remainder radial direction	No cracks at initial load. No cracks up to $10^5$ times.

As is apparent from the repeated load test results shown in Table 3, under high loads and repeated loads, when the carbon fiber orientation is in the circumferential direction over the entire dish spring, cracks occur at initial loads (Example 11). When there is a partial orientation of the carbon fibers in the radial direction there are no cracks at the initial loads and cracks will not occur up to  $10^5$  times. From these results it is apparent that dish springs with carbon fiber orientations in the circumferential direction and the radial direction as well as combinations in the pseudoisotropic direction have high spring constants as well as strong fatigue strength under high loads.

(Effect Of The Invention)

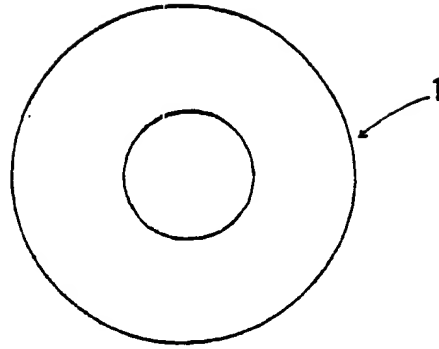
As explained above, the fiber reinforced resin dish spring of the present invention has the effect of obtaining fiber reinforced resin dish springs that are light, withstand high loads and have good spring properties such as high spring loads and high fatigue strength.

**4. Brief Explanation Of The Drawings.**

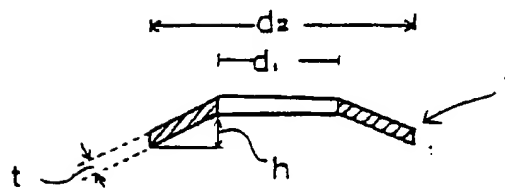
Fig. 1 is a general frontal profile view showing an example of the dish spring of the present invention, Fig. 2 is a sectional view along the line II-II in Fig. 1, Fig. 3 is a general profile view showing the state where the continuous fibers are oriented in the radial direction, Fig. 4 is a sectional view along IV-IV in Fig. 3, Fig. 5 is a general profile view showing the state where the continuous fibers are pseudoisotropically laminated, and Fig. 6 is a sectional view along VI-VI in Fig. 5.

- 1 Dish spring
- 2 Continuous fibers

Applicant: Daido Tokushu Ko K. K. (Daido  
Special Steel Co., Ltd.)  
Agent: Patent Agent Masaki Hattori

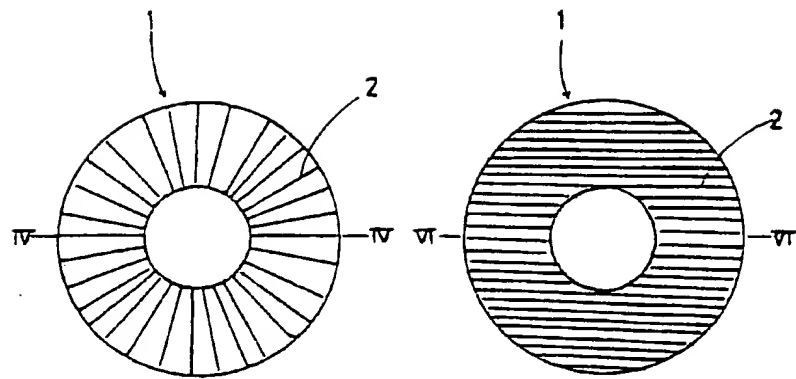


第 1 圖



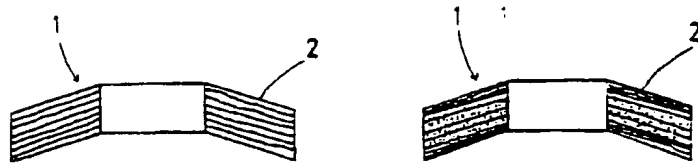
第 2 圖

Figs. 3 to 6



第 3 図

第 5 図



第 4 図

第 6 図

End.